论数字广播电视系统中的软件无线电技术

摘 要：随着时代的不断发展，无线电技术涉及的领域越来越广泛，从城市到偏远乡村，家家户户都使用无线电技术发展的数字广播电视。本文主要从软件无线电技术和广播电视节目无线数字化覆盖工程的实践进行研究。

关键词：数字广播电视系统；软件无线电技术；电视覆盖率

中图分类号：TN934.4　　文献标识码：A

文章编号：1671-0134（2017）11-060-02　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2017.11.016

文 / 尹定国

软件无线电技术的概念由 1992 年参与美国国防部远程系统会议的 MALTRE 公司人员所提出，最早在军事研究上应用。我国分别于 2006 年 8 月和 2012 年 12 月分别颁布了《数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制》《地面数字电视广播覆盖网发展规划》，提高现有模拟电视覆盖水平，为广大人民群众提供高品质的电视广播节目。

1. 软件无线电技术研究

无线电是指在所有自由空间（包括空气和真空）中传播的电磁波，其中特定的有限频带，上限频率和下限频率分别为 300Hz、3KHz~300GHz，由于下限频率在各种射频规范中难以统一，除 3KHz~300GHz 外，常见的有 9KHz~300GHz、10KHz~300GHz。

软件无线电技术的原理：电流强弱的改变在导体中进行，无线电波正是利用这种变化现象而产生，通过准确的调制后，不断加载的信息被无线电波接收。电波达到收信端主要利用空间传播的特性，使导体中产生电流进而促使电波引起磁场变换，并通过解调电流变化提取信息，进而实现传递信息的最终目标。

无线电技术的软、硬件平台：无线电技术的软件平台的分层结构以 OSL，即开放系统互联参考模型为基础，其中包括函数库、调制算法库、图像编码（JPEG、MPFEG 等）以及信号转流库等。无线电技术的硬件平台具有可拓展性高、开放性强、应用广泛等优势，主要由宽带数模变换器、高速数字信号处理器以及模拟前端等组成，其数据源繁多，比如音频、文字、图片等，在不同制式系统下，有不同的调制方法进行调制，比如 KPSK、DQPS 等。

2. 实施中央广播电视节目无线数字化覆盖工程的意义

2.1 降低农民群众收听广播电视的成本

我国制定自主标准规定中央广播电视节目无线数字化覆盖工程，自主知识产权的 AVS+ 标准和自主知识产权道德 DTMB 标准分别约束数字电视节目的编码方法和信道编码与调制，创新设计方案，利用 GPS 与北斗并行的方法，保障单频网在整个网络中的运行同步和授时系统。采取自主知识产权的方法，从根本上降低我国专利技术对他国的依赖性，农民群众观看电视，能够利用中央广播电视节目无线数字化覆盖工程建设的数字电视网络，不仅便于农民观看电视和接收广播，还能避免使用的机顶盒子厂商向国外的机构缴纳高额的专利使用费用，有效降低设备的使用成本。

2.2 拓展广播电视宣传渠道，增强广播电视的传播力和影响力

中央广播电视节目无线数字化覆盖工程，极大程度地提升电视频道利用率，使多套电视节目能够由一个电视频道传输，具有图像质量清晰、无重影、受外界干扰较小等优势，且在不断移动的条件下，不受时间和地域的限制，广大人民群众的便携手持电视和车载电视可以随时随地稳定接收质量高的电视节目。在多媒体迅速发展的时代，软件无线电技术的广泛应用，大大延伸了思想文化、价值观念建设的宣传渠道。随着中央广播电视节目无线数字化覆盖工程的建立，健全了广播电视公共服务机制，将国家积极的、正面的以及先进的思想文化通过主流媒体向社会传播，引导全国人民树立正确的人生观、价值观和世界观。

2.3 提高农村广播电视覆盖率

农村广播电视覆盖率普遍偏低的问题是我国一直研究的重要课题，中央广播电视节目无线数字化覆盖工程的建设具有重要意义，从根本上解决了农村广播电视覆盖率普遍偏低的问题，实现了农村广播电视全覆盖的目标。第一，在全国各地区建立地面数字电视信号发射站，利用卫星接收电视节目。第二，电视节目被还原为数字码流后，其调制、放大严格按照国家地面数字传输标准发送至天馈系统后，再进行广播发射。如此，广大农村地区和偏远地区就能够被无线电波

全覆盖。第三，为了提高农村广播电视覆盖率，需要将央视节目数字信号利用一个数字电视前端和卫星地球站传递到地球同步卫星。

3. 广播电视节目无线数字化覆盖工程的实践

3.1 地面数字电视架构

由于原来各地区的频率资源分配不均衡，虽然已经做到间隔分配，但仍无法摆脱同频干扰的弊端。如今，随着 GPS 定位系统和北斗卫星的日趋完善和发展，我国首次使用以卫星传输链为基础的地面数字电视单频网，单频网具有发射点频率同步、调制比特同步以及调制时间同步的特点。由于 GPS 定位系统和北斗卫星的频率基准为 1PPS 秒，时间标准为 10MHZ，为全国各地区发射台发射信号提供统一的基准（发射点频率同步、调制比特同步以及调制时间同步），同时为创造和组建单频网提供了有利条件。据相关研究表明，发射台发射的覆盖面积，在同等发射功率和同频干扰的条件下，将会下降至 50% 以下，进而产生严重的恶性循环现象，主要表现为各地区发射台为争夺发射覆盖面积和提高发射功率，尽可能地压制其他发射台。单频网具有三同步特点，即发射点频率同步、调制比特同步以及调制时间同步，可以实现显著的分集效果，使多个发射台的工作区域能够覆盖重叠，改善覆盖边缘的峭壁效益，不仅能降低总功耗，有效提高频谱效率，还能提升我国各地区发射台的覆盖面积。此外，全国卫星传输组建单频网技术与地面区域单频网技术进行比较，难度较大，技术复杂。遇到如下情况：第一，延迟卫星解扰时间，单频网最大延迟时间要求小于 1 秒，经专业人员测试，0.25 秒左右是卫星链路传输延迟的时间，完全符合单频网的要求。第二，单频网的信号要求调制比同步，单频适配器接收信号时和信号经过 QPSK 调制器维修时，要求传输流，即 TS 流必须填充空包。在进行卫星调制时，在维持原有硬件平台的基础上和确定关闭 PCR 修改功能的前提下，通过固件代码升级的方式使现存的地面数字电视和单频网适配器厂家，增加相应的特定空包、插入以及恢复功能，最终实现地面数字电视单频网覆盖的预期目标。

3.2 地面数字广播架构

数字音频广播发射系统，前端的复用和编码可以利用中央广播电台的三套广播节目（中 1、中 12、中 16）来呈现，进而生成有效的一路传送码流。以 CDR 标准和 DRA+ 规范为音频编码和信道编码调制的依据，其中，CDR 标准也适用于信道结构。节目码流由中央卫星 100 路广播编码复用平台进行接收，并将节目码流经由传输链路送达至地球站，接收卫星为中星 6B 卫星，其中，接收卫星为亚太号卫星。全国各地区地面的发射台利用卫星的接收性，不断接收信号，并利用数字声音广播专业卫星综合接收机将信号进行解出，完全解出后的信号再由型号为 CDR 的调频发射机接收，另外，使用发射机的计划方案中可纳入现有的中 1 套广播节目的广播频率。新增 CDR 发射机采用模数同播的方法，将中 1 套模拟调频广播节目和中 3 套模拟广播调频节目共同播出。

模拟调频广播发射机功率要根据软件无线电技术要求与原中 1 模拟广播发射功率保持一致，同播模拟功率要高于数字信号功率，进而利用同轴开关的方法，促使原有中 1 模拟 FM 发射机和新增 CDR 发射机进行灵活的发射切换，并将天馈系统，原有多工器、馈线、天线与台内原有 FM 发射系统共用，按照现有的实际条件，科学制定。按照现有的实际条件，可适当地制定新增 CDR 发射机计划和改造方案，接收数字音频时，需尽量使用专业的音频接收音机（数字调频或通调频 CDR/FM 兼容的收音机等产品）。

结语

软件无线电技术涉及领域广泛，中央广播电视节目无线数字化覆盖工程是无线电技术的优秀成果，能够提高电视节目的覆盖范围，保证城乡居民接收的电视节目清晰高质。媒

参考文献

[1] 郭云芬 . 实施中央广播电视节目无线数字化覆盖工程的意义 [J]. 西部广播电视，2017（12）：188-189.

[2] 朱颖，向荣，周义 . 中央广播电视节目无线数字化覆盖工程测试数据统计实例分析 [J]. 广播与电视技术，2017，44（07）：99-101.

[3] 廉刚 . 中央广播电视节目无线数字化覆盖工程实践 [J]. 西部广播电视，2016（04）：248-249.

[4] 胡文焱 . 广播电视节目无线数字化覆盖工程实践探析 [J]. 西部广播电视，2017（02）：183.

（作者单位：云南省楚雄州双柏县广播电视台）